

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-334454

(43)Date of publication of application : 02.12.1994

(51)Int.Cl.

H03G 3/10
H03F 1/34
H03F 3/45
H03G 5/16

(21)Application number : 05-123809

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 26.05.1993

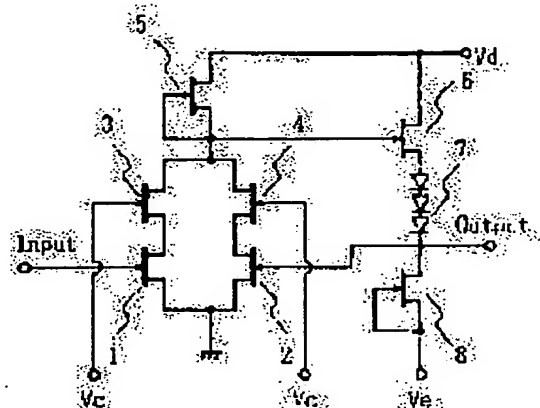
(72)Inventor : HASE HIDEKAZU

(54) VARIABLE GAIN AMPLIFIER

(57)Abstract:

PURPOSE: To vary the gain over a wide range without the use of a variable resistor whose resistance is widely changed by varying a voltage applied to a gate electrode of an inserted transistor(Tr).

CONSTITUTION: A signal is amplified by a signal amplifier Tr1 using a Tr3 of a constant current circuit as a load and extracted by a buffer Tr6. Since the operating current of the Tr1 and a signal feedback Tr2 is kept constant by the Tr3 of the constant current circuit, the amplified signal returns to the Tr2 via a level shift diode 7 to decrease the current in the Tr1 thereby reducing the amplification degree of the Tr1. A maximum value of the amplification degree depends on a ratio of the gate width between the TRs 1, 2. When a $V_c(>0)$ is simultaneously applied to a gate electrode of a Tr4 inserted between the Tr1 and a Tr3 of the constant current circuit being a load and a gate electrode of a Tr5 inserted between the Trs 2, 3, the amplifier circuit shows a maximum gain. When a $V_c(<0)$ is applied, the operating current of the amplifier circuit comprising the Trs 1, 2, 3 is very small and the gain is less.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 3 3 4 4 5 4

(43) 公開日 平成6年(1994)12月2日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 G	3/10	B 7350-5 J		
H 0 3 F	1/34	8522-5 J		
	3/45	B 7436-5 J		
H 0 3 G	5/16	B 9067-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-123809

(22) 出願日 平成5年(1993)5月26日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 長谷 英一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株

式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

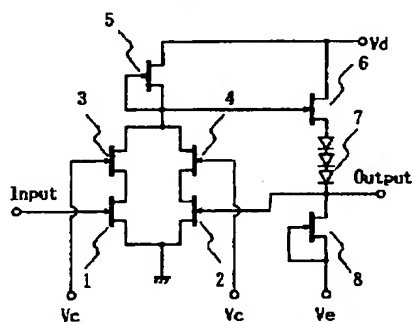
(54) 【発明の名称】 可変利得増幅器

(57) 【要約】

【構成】 信号増幅用トランジスタ 1 と信号帰還用トランジスタ 2 と負荷となる定電流回路のトランジスタ 3 からなる増幅回路において、信号増幅用トランジスタ 1 と負荷となる定電流回路のトランジスタ 3 からなる増幅回路との間、および、信号帰還用トランジスタ 2 と負荷となる定電流回路のトランジスタ 3 からなる増幅回路と電源との間に増幅回路の電流を制御するトランジスタを挿入する。

【効果】 トランジスタの動作電流を制御することにより、広範囲に利得を可変することのできる増幅器を実現できる。また、高周波領域での影響が少なく、増幅器としての周波数帯域の劣化が少なくなる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】トランジスタによる定電流回路を負荷とする帰還型増幅器において、前記帰還型増幅器における信号増幅部のトランジスタと前記定電流回路との間に直列に挿入したトランジスタのゲート電圧によって前記信号増幅部のトランジスタの電流を制御し、前記帰還型増幅器における信号帰還部のトランジスタと前記定電流回路との間に直列に挿入したトランジスタのゲート電圧によって前記信号帰還部のトランジスタの電流を制御し、利得を制御する手段を備えたことを特徴とする可変利得型増幅器。

【請求項2】トランジスタによる定電流回路を負荷とする帰還型増幅器において、前記帰還型増幅器における信号増幅部のトランジスタと前記定電流回路との間に直列に挿入したトランジスタのゲート電圧、および、前記帰還型増幅器における信号帰還部のトランジスタと前記定電流回路との間に直列に挿入したトランジスタのゲート電圧を同時に可変することによって、前記信号増幅部のトランジスタと前記信号帰還部のトランジスタの電流を同時に制御し、利得を制御する手段を備えたことを特徴とする可変利得型増幅器。

【請求項3】請求項1または2を用いたモノリシック増幅器、および、それらを用いた高周波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はトランジスタによる可変利得増幅器に係り、特に、印加電圧によって広い範囲で利得を制御できる可変利得増幅器の回路に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の可変利得増幅器は、図5に示した回路が知られている。図5において、21は信号増幅用トランジスタ、22は信号帰還用トランジスタ、23は負荷となる定電流回路のトランジスタ、24は21の信号増幅用トランジスタの出力を取り出すためのバッファ用トランジスタ、25はレベル・シフト用のダイオード、26は定電流回路のトランジスタ、27は負帰還用の抵抗、28は22の信号帰還用トランジスタへの負帰還量を制御する可変抵抗である。信号増幅用トランジスタ21と信号帰還用トランジスタ22のゲート幅の比率を選ぶことにより利得の上限を決定し、負帰還用の抵抗27と可変抵抗28で連続的に利得を制御している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、限られた範囲で利得を制御できる可変利得増幅器を構成できるが、利得を制御するために必要な可変抵抗28の実現範囲の点について考慮がされておらず、広範囲に利得を制御するには、極めて広範囲に抵抗値の変化する可変抵抗を実現しなければならないという問題があった。また、広範囲に利得を制御するには、信号増幅用トランジスタ21と信号帰還用トランジスタ22のゲート幅の比

率を選ぶことにより利得の上限を決定し、負帰還用の抵抗27と可変抵抗28により限られた範囲で連続的に利得を制御している。このため、一つの変利得増幅器で広範囲に利得を連続的に制御できないという問題があった。さらに、増幅器の利得を高くするには、信号増幅用トランジスタ21のゲート幅を増加してトランジスタ単体の利得を高くし、負帰還量を制御する可変抵抗28を大きくして帰還量を少なくすれば可能であるが、信号増幅用トランジスタ21の入力容量が増加し増幅器としての広帯域性が損なわれるという問題があった。

【0004】本発明の目的は、広範囲に抵抗値の変化する可変抵抗を用いることなく広範囲に利得を可変することができ、増幅器としての広帯域性を損なうことのない可変利得増幅器を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、利得を制御する抵抗27、28を排除し、信号増幅用トランジスタ21と信号帰還用トランジスタ22と負荷となる定電流回路のトランジスタ23からなる増幅回路において、前記信号増幅用トランジスタ21と前記負荷となる定電流回路のトランジスタ23との間にトランジスタを直列に挿入し、信号増幅用トランジスタ21の電流を制御する。さらに、信号帰還用トランジスタ22と負荷となる定電流回路のトランジスタ23との間にトランジスタを直列に挿入し、信号帰還用トランジスタ22の電流を制御する。

【0006】

【作用】信号増幅用トランジスタ21と信号帰還用トランジスタ22と負荷となる定電流回路のトランジスタ23からなる増幅回路において、信号増幅用トランジスタ21の電流は、信号増幅用トランジスタ21と負荷となる定電流回路のトランジスタ23との間に挿入したトランジスタのゲート電圧により制御される。また、信号帰還用トランジスタ22の電流は、信号帰還用トランジスタ22と負荷となる定電流回路のトランジスタ23との間に挿入したトランジスタのゲート電圧により制御される。信号増幅用トランジスタ21と負荷となる定電流回路のトランジスタ23との間に挿入したトランジスタのゲート電圧と信号帰還用トランジスタ22と負荷となる定電流回路のトランジスタ23との間に挿入したトランジスタのゲート電圧を同時に変化させることにより、増幅器としての利得を広範囲にわたり連続的に制御することができる。

【0007】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1により説明する。図1において、1は信号増幅用トランジスタ、2は信号帰還用トランジスタ、3は信号増幅用トランジスタ1と信号帰還用トランジスタ2の負荷となる定電流回路のトランジスタ、4は信号増幅用トランジスタ1と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に直接続し

たトランジスタ、5は信号帰還用トランジスタ2と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に直列接続したトランジスタ、6は1の信号増幅用トランジスタの出力を取り出すためのバッファ用トランジスタ、7はレベル・シフト用のダイオード、8は定電流回路のトランジスタである。

【0008】図1に示した本発明の一実施例である可変利得増幅器のトランジスタのゲート長はすべて $0.35\mu\text{m}$ で、トランジスタ1のゲート幅が $200\mu\text{m}$ 、トランジスタ2のゲート幅が $40\mu\text{m}$ 、トランジスタ3のゲート幅が $240\mu\text{m}$ 、トランジスタ4のゲート幅が $200\mu\text{m}$ 、トランジスタ5のゲート幅が $40\mu\text{m}$ 、トランジスタ6のゲート幅が $200\mu\text{m}$ 、トランジスタ8のゲート幅が $200\mu\text{m}$ 、レベル・シフト用のダイオード7はゲート幅が $200\mu\text{m}$ のトランジスタのドレイン電極とソース電極を接続して等価的にダイオードとした。電源電圧が $V_d = 5\text{V}$ 、 $V_e = -5\text{V}$ 、利得調整用電圧が $V_c = +0.7 \sim -0.6\text{V}$ である。

【0009】図1に示した本発明の一実施例である可変利得増幅器において、信号は定電流回路のトランジスタ3を負荷とする信号増幅用トランジスタ1により増幅され、バッファ用トランジスタ6により取り出される。この、信号増幅用トランジスタ1と信号帰還用トランジスタ2の動作電流は定電流回路のトランジスタ3によって一定となるため、増幅された信号はレベル・シフト用のダイオード7を経て信号帰還用トランジスタ2にもどり、信号増幅用トランジスタ1の電流を減少させ、信号増幅用トランジスタ1による増幅度を低くする効果がある。

【0010】増幅度の最大値は信号増幅用トランジスタ1と信号帰還用トランジスタ2のゲート幅の比率で決定される。信号増幅用トランジスタ1と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に挿入したトランジスタ4と、信号帰還用トランジスタ2と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に挿入したトランジスタ5のゲート電極に $V_c = +0.7\text{V}$ を同時に印加すると、増幅回路は最大の利得を示し、 1.5GHz において 15.2dB の利得となる。つぎに、 $V_c = -0.6\text{V}$ を印加すると、信号増幅用トランジスタ1と信号帰還用トランジスタ2と負荷となる定電流回路のトランジスタ3からなる増幅回路の動作電流は極めて少なくなり、 1.5GHz において -49.1dB の利得となる。

【0011】図2は、図1に示した可変利得増幅器の一実施例による利得の周波数特性を示したものである。信号増幅用トランジスタ1と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に挿入したトランジスタ4と、信号帰還用トランジスタ2と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に挿入したトランジスタ5のゲート電極に $V_c = +0.7\text{V}$ を同時に印加すると、 100MHz から 2.6GHz までの周波数範囲で 15.2dB の平坦な

利得となり、 1dB 利得低下周波数は 3.8GHz である。図2において、曲線aは利得調整用電圧が $V_c = +0.7\text{V}$ 、曲線bは利得調整用電圧が $V_c = +0.5\text{V}$ 、曲線cは利得調整用電圧が $V_c = 0\text{V}$ 、曲線dは利得調整用電圧が $V_c = -0.5\text{V}$ の場合の利得の周波数特性である。

【0012】図3は、図1に示した可変利得増幅器の一実施例による利得調整用電圧と利得の関係を示したものである。信号増幅用トランジスタ1と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に挿入したトランジスタ4と、信号帰還用トランジスタ2と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に挿入したトランジスタ5のゲート電極に印加する利得調整用電圧を $V_c = +0.7 \sim -0.6\text{V}$ まで同時に変化させたものである。図3において、曲線aは 1.5GHz の利得の変化を示したもので、 15.2dB から -49.1dB まで 61.3dB の範囲で変化する。曲線bは 3.8GHz の利得の変化を示したもので、 13.1dB から -44.3dB まで 57.4dB の範囲で変化しており、広範囲に利得を調整できる。

【0013】図4は、図1に示した可変利得増幅器の一実施例をIC化した場合のチップ平面図の概略を示したものであり、1は信号増幅用トランジスタ、2は信号帰還用トランジスタ、3は信号増幅用トランジスタ1と信号帰還用トランジスタ2の負荷となる定電流回路のトランジスタ、4は信号増幅用トランジスタ1と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に直列接続したトランジスタ、5は信号帰還用トランジスタ2と負荷となる定電流回路のトランジスタ3との間に直列接続したトランジスタ、6は1の信号増幅用トランジスタの出力を取り出すためのバッファ用トランジスタ、7はレベル・シフト用のダイオード、8は定電流回路のトランジスタである。

【0014】

【発明の効果】本発明によれば、信号増幅用トランジスタと負荷となる定電流回路のトランジスタとの間に挿入したトランジスタと、信号帰還用トランジスタと負荷となる定電流回路のトランジスタとの間に挿入したトランジスタのゲート電極に印加する電圧を変化させることにより、広範囲に利得を可変することのできる増幅器を実現できる。また、前記信号増幅用トランジスタと前記信号帰還用トランジスタのゲート幅の比率を調整することにより、利得の最大値を変えることができるので、利得の可変範囲を調整できる。

【0015】本発明によれば、信号増幅用トランジスタと負荷となる定電流回路のトランジスタとの間、および、信号帰還用トランジスタと負荷となる定電流回路のトランジスタとの間に利得を調整するトランジスタを挿入しているため、高周波領域での影響が少なく、増幅器としての周波数帯域の劣化を少なくする効果がある。

【図面の簡単な説明】

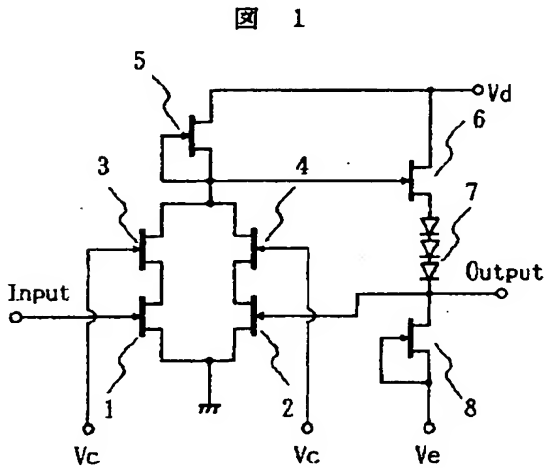
【図 1】 本発明の一実施例を示す可変利得増幅器の回路図。

【図 2】 本発明の一実施例を示す可変利得増幅器の利得の周波数特性で、利得調整用電圧の効果の説明図。

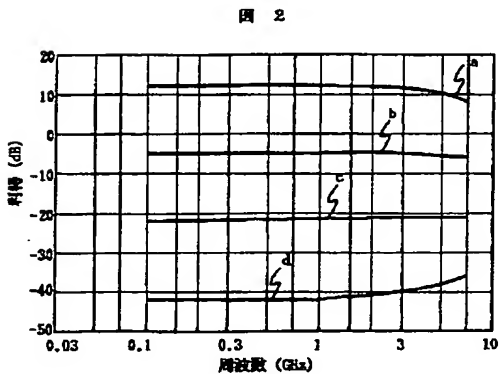
【図 3】 本発明の一実施例を示す可変利得増幅器の利得調整用電圧と利得の関係の説明図。

【図 4】 本発明の一実施例を示す可変利得増幅器を IC

【図 1】



【図 2】



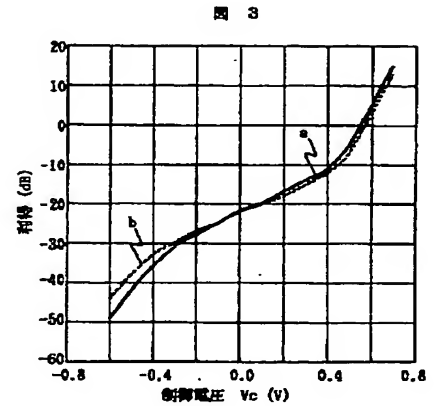
化した場合のチップ平面図。

【図 5】 従来の可変利得増幅器の回路図。

【符号の説明】

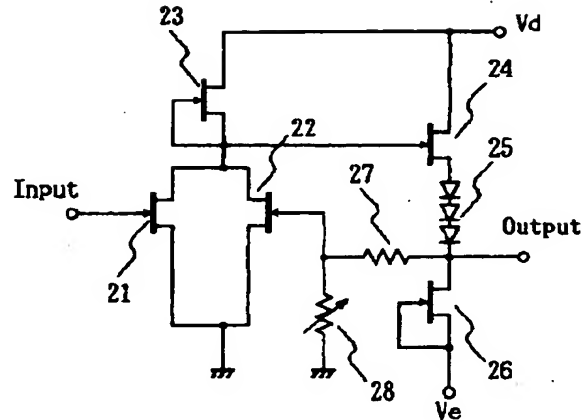
1…トランジスタ、2…トランジスタ、3…トランジスタ、4…トランジスタ、5…トランジスタ、6…トランジスタ、7…レベル・シフト用ダイオード、8…トランジスタ。

【図 3】



【図 5】

図 5



【図4】

